

## PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-124679

(43)Date of publication of application : 17.05.1996

(51)Int.Cl.

H05B 33/26

H05B 33/04

(21)Application number : 06-260391

(71)Applicant : IBM JAPAN LTD

AIMESU:KK

(22)Date of filing : 25.10.1994

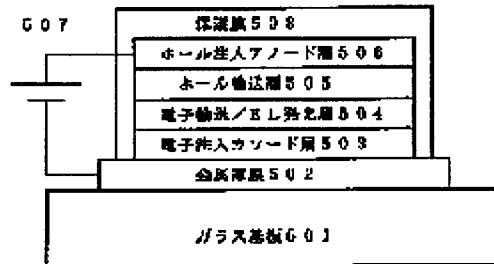
(72)Inventor : TAKEDA KAZUYA  
MATSUMOTO TOSHIO  
MIZUKAMI TOKIO  
KUWABARA AKIO

## (54) ELECTROLUMINESCENT DEVICE

## (57)Abstract:

PURPOSE: To provide an electroluminescent device excellent in environment resisting characteristic in which the deterioration of emission due to Joule's heat is improved.

CONSTITUTION: An electron injecting cathode layer 503 is formed adjacent to a metal thin film 502 formed on a glass substrate 501, an electroluminescent emitting layer 504 and a hole injecting anode layer 506 are formed on the electron injecting cathode layer, and the outside surface of the laminated body consisting of the electron injecting cathode layer, the electroluminescent emitting layer and the hole injecting anode layer is sealed by a light transmitting protective film 508. The substrate consists of a metal base or flexible organic material base having an insulating layer on the surface or glass base. The metal thin film consists of a conductive metal reflecting light. The material of the electron injecting cathode layer consists of one material selected from the group consisting of calcium, lithium and magnesium. The thickness of the material is 100&angst; to 500&angst;. The material of the light emitting layer consists of tris-(8- hydroxyquinolino) aluminium.



(19)日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-124679

(43)公開日 平成8年(1996)5月17日

(51)Int.Cl.<sup>6</sup>

H 05 B 33/26  
33/04

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全9頁)

(21)出願番号

特願平6-260391

(22)出願日

平成6年(1994)10月25日

(71)出願人 592073101

日本アイ・ビー・エム株式会社  
東京都港区六本木3丁目2番12号

(71)出願人 593191350

株式会社アイメス  
神奈川県藤沢市桐原町3番地

(72)発明者 武田 和也

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社藤沢事業所内

(72)発明者 松本 敏男

神奈川県藤沢市桐原町1番地 日本アイ・  
ビー・エム株式会社藤沢事業所内

(74)代理人 弁理士 頼宮 孝一 (外1名)

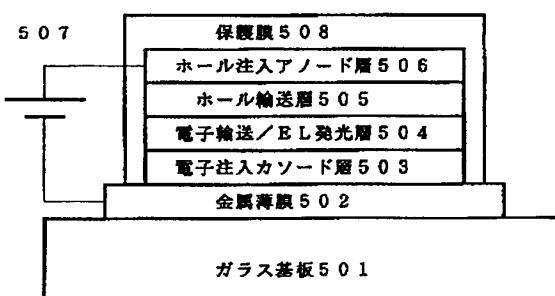
最終頁に続く

(54)【発明の名称】 エレクトロ・ルミネッセンス装置

(57)【要約】 (修正有)

【目的】 ジュール熱による発光の劣化を改善し、耐環境特性が優れたエレクトロ・ルミネッセンス装置を提供。  
【構成】 ガラス基板501上に形成された金属薄膜502に接して電子注入カソード層503が形成され、電子注入カソード層上にエレクトロルミネッセンス発光層504及びホール注入アノード層506が形成され、上記電子注入カソード層、エレクトロ・ルミネッセンス発光層及びホール注入アノード層の積層体の外側表面が透光性の保護膜508により封止されている。基板は絶縁層を表面に有する金属基板、可撓性有機材料の基板、又はガラス基板・金属薄膜は光を反射させる導電性金属。電子注入カソード層の材料はカルシウム、リチウム及びマグネシウムから選択する。発光層の材料はトリス(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウム。

E L 発光装置 500



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】少なくとも電子注入カソード層、エレクトロ・ルミネッセンス発光層及びホール注入アノード層を有するエレクトロ・ルミネッセンス装置において、基板上に形成された金属薄膜に接して形成された電子注入カソード層と、該電子注入カソード層の上に形成されたエレクトロルミネッセンス発光層及びホール注入アノード層と、上記電子注入カソード層、上記エレクトロ・ルミネッセンス発光層及び上記ホール注入アノード層の積層体の外側表面を封止する透光性の保護膜とを有するエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項2】上記基板は、絶縁層を表面に有する金属基板、可撓性有機材料の基板、又はガラス基板であることを特徴とする請求項1記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項3】上記金属薄膜は、光を反射させる導電性金属であることを特徴とする請求項1又は2記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項4】上記電子注入カソード層の材料は、カルシウム、リチウム及びマグネシウムからなる群から選択された1つの材料であることを特徴とする請求項1、2又は3記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項5】上記電子注入カソード層の材料の厚さは、100Å乃至5000Åであることを特徴とする請求項4記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項6】上記発光層の材料は、トリス-(8-ヒドロキシキノリーノ)アルミニウムであることを特徴とする請求項1、2、3又は4記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項7】上記発光層の材料の厚さは、100Å乃至1000Åであることを特徴とする請求項6記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項8】上記エレクトロ・ルミネッセンス発光層及び上記ホール注入アノード層の間に、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-1、1'-ビフェニル-4、4'-ジアミンで形成されたホール輸送層を設けたことを特徴とする請求項1、2、3、4、又は6記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項9】上記ホール輸送層の厚さは、100Å乃至1000Åであることを特徴とする請求項8記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

【請求項10】上記ホール注入アノード層の材料は、ボリアニリンであることを特徴とする請求項1、2、3、4、6、又は8記載のエレクトロ・ルミネッセンス装置。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、フラット・パネル表示

装置として使用される有機薄膜エレクトロ・ルミネッセンス(EL)装置に関する。

## 【0002】

【従来の技術】1987年に発表されたEastman Kodak社のC.W.Tang等の研究報告以来(C.W.Tang and S.A.Vanslyke, "Organic Electroluminescent Diodes", Appl. Phys. Lett., Vol.51, 12, pp.913-915, Sept. 1987),有機薄膜ELデバイスの研究及び開発は、活発に行われている。それらの有機薄膜ELデバイスの構造は、"光電相互変換機能をもつ有機薄膜の最近の発達"筒井 哲夫、安達 千波矢、斎藤省吾、応用物理、第59巻、第12号、第1580-1592頁の論文で、singlehetero-A型(SH-A)、single hetero-B型(SH-B)、およびdouble hetero型(DH)の3種類に大別され、図1、図2及び図3に示すような構造を有する。

10 【0003】図1に示すSH-A型では、ガラス基板201の上に、ホール注入層となるアノードとして透明性のIndium Tin Oxide (ITO)層202、ホール輸送層203、発光層となる電子輸送層204、主にMgAg共蒸着合金で作られる電子注入層となるカソード205が積層構成される。

【0004】図2に示すSH-B型では、ガラス基板301の上に、ホール注入層となるアノードとしてITO層302、発光層となるホール輸送層302、電子輸送層304、主にMgAg共蒸着合金で作られる電子注入層となるカソードが積層構成される。

【0005】図3に示すDH型では、ガラス基板401の上に、ホール注入層となるアノードとしてITO層402、ホール輸送層403、両性輸送性を有する材料で作られた発光層404、電子輸送層405、主にMgAg共蒸着合金で作られる電子注入層となるカソード406が順次積層構成される。

【0006】図1乃至3に示した構造を保護する方法の一つについて説明すると、GeO(酸化ゲルマニウム)又はLiF(フッ化リチウム)の蒸着膜でパッシベーションした後に、更に紫外線接着剤を使用してガラスを付ける方法がある。カソード層及びアノード層に対する電気的接続は、異方性導電性ゴム若しくは導電性接着剤を使用して行うことが出来、又はコネクタ若しくはクリップ等を直接接触させることもできる。

【0007】上記3種類の構造とも、すべて、発光のメカニズムが電場印加による電子とホールの二重注入とその再結合であるため、この種のデバイスはキャリア注入型と呼ばれている。高効率にEL発光をさせるためには、キャリア注入効率の高い材料が有利であることが知られている。すなわち、ホール注入層となるアノード層としては、ホール輸送層へホールを効率良く注入するためには仕事関数の高い材料が良く、一方、電子注入層となるカソード層としては電子輸送層へ電子を効率良く注入させるために仕事関数の低い材料が適するとされてい

る。

【0008】ELデバイス用の層は、少なくともアノード層若しくはカソード層の一方が透明でなければ、光を外部に放射することができないため、透光性を有するITOが広く採用されている。ITOの仕事関数は4.1eVであるとの文献報告があり(G.Gustafsson, Y.Cao, G.M.Treacy, F.Klavetter, N.Colaneri, and A.J.Heeger, "Flexible Light-Emitting Diodes Made from Soluble Conducting Polymers", Nature, Vol.357, pp.477-479, June, 1992)、仕事関数が高いため主にアノード層に使用される。一方、カソード層は、ITOよりも低い仕事関数をもつ材料であることが必要で、なるべく値の低いものが望まれる。

#### 【0009】

【発明が解決しようとする課題】従来型の有機薄膜ELデバイスの問題点を列挙すると次の通りである。

【0010】(1)従来型の有機薄膜ELデバイスでは、電子注入カソード層205、305、406がELデバイスの最外部にある構造となっている。前述のように、電子注入カソード層205、305、406は、電子注入効率を上げるために仕事関数の低い材料、言い換えれば、化学的に活性で酸化し易い材料で作られる。したがって、これを最外部に配置するのは、ELデバイス自体の使用環境下での機能安定性を考えると好ましいものではない。

【0011】機能安定性を改良するために、従来型の有機薄膜ELデバイスでは電子注入カソード層205、305、406を成膜する際、Ag等の化学的に安定した金属を低仕事関数の材料に加えて共蒸着させることが一般的である。この場合、複数の蒸着源が必要になる上、共蒸着量の制御が必要となり、成膜プロセスが複雑にならざるを得ない。

【0012】(2)有機薄膜ELデバイスは、キャリア注入型の発光であるため、EL発光に変換されない電気エネルギーはジュール熱に変換される。このジュール熱のため、デバイスの温度が上昇して、デバイスを構成する有機薄膜材料のガラス転移点を越えると急速に発光が劣化する。デバイスの長寿命化のためには、ジュール熱の発生を減らすことが基本的解決策であるが、EL発光効率を100%にすること、すなわちジュール熱の発生を零にすることは、現実には不可能である。したがって、発生したジュール熱を効率良く外部へ発散させることができ二次的対策として重要である。従来型の有機薄膜ELデバイスの構造では、放熱経路として主に考えられるのは、発熱源からガラス基板201、301若しくは401への熱伝導と、ガラス基板201、301、若しくは401から使用環境の空気中への熱伝達である。ところが、常温でのガラスの熱伝導率は約1W/m/Kであり、金属材料に比べて著しく劣る。これは、代表的な金属材料であるアルミニウム( $k = 237 \text{ W/m/K}$ )、

Cu( $k = 402 \text{ W/m/K}$ )、Ag( $k = 427 \text{ W/m/K}$ )と比較すると、二桁以上も低い値である。このことは、仮に金属と同等の熱伝導率を有するような基板が使用できれば、EL発光の劣化を改善できることを示す。しかしながら、従来型の有機薄膜ELデバイスでは、その構造上基板は透光性でなければならないために、金属のような高熱伝導性の材料を使用することは不可能である。

【0013】(3)基板201、301及び401の材料としては、光を外部に放出するためには、透明なガラス若しくは透明なポリエチレンテレフタレート等のポリマー・フィルムに限定されている。

【0014】(4)大きな発光面を持つELデバイスでは、EL発光強度の面内分布が均一であることが望まれる。面内発光強度分布を均一にするための条件は、層を十分な膜厚値で、かつ均一に成膜することである。従来型の有機薄膜ELデバイスでは、電子注入層205、305、405を成膜する方法として、真空蒸着法が一般に採用されている。しかしながら、真空蒸着法で厚い膜を付着しようとする場合、プロセス時間が長くなる。又、大きな発光面に対して均一な膜厚に付着するのは困難である。メッキなどの湿式成膜法は、高厚膜化と高均一化の両方の点で有利であるが、直下に有機薄膜が存在している従来型のELデバイスでは採用できない。

#### 【0015】

【課題を解決するための手段】本発明は、少なくとも電子注入カソード層、エレクトロ・ルミネッセンス発光層及びホール注入アノード層を有するエレクトロ・ルミネッセンス装置に関し、そしてこの装置において、基板上に形成された金属薄膜に接して電子注入カソード層が形成され、該電子注入カソード層の上にエレクトロ・ルミネッセンス発光層及びホール注入アノード層が形成され、上記電子注入カソード層、上記エレクトロ・ルミネッセンス発光層及び上記ホール注入アノード層の積層体の外側表面が、透光性の保護膜により封止されている。

【0016】上記基板は、絶縁層を表面に有する金属基板、可撓性有機材料の基板、又はガラス基板である。

【0017】上記金属薄膜は、光を反射させる導電性金属である。

【0018】上記電子注入カソード層の材料は、カルシウム、リチウム及びマグネシウムからなる群から選択された1つの材料である。

【0019】上記電子注入カソード層の材料の厚さは、100Å乃至5000Åである。上記発光層の材料は、トリス(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウムである。

【0020】上記発光層の材料の厚さは、100Å乃至1000Åである。

【0021】上記エレクトロ・ルミネッセンス発光層及び上記ホール注入アノード層の間にはホール輸送層が設

けられ、該ホール輸送層の材料は、N, N'-ジフェニル-N, N'-ビス(3-メチルフェニル)-1、1'-ビフェニル-4、4'-ジアミンである。

【0022】上記ホール輸送層の厚さは、100Å乃至1000Åである。

【0023】上記ホール注入アノード層の材料は、ポリアニリンである。

【0024】

【実施例】図4は、ジュール熱を効率的に放散してEL発光の劣化を解消し、しかも外部雰囲気の影響を受け易い電子注入層をデバイスのうち、外部雰囲気から一番遠い内部に配置して電子注入層の機能を長期に亘って安定化させる本発明のエレクトロルミネッセンス(EL)発光装置100の実施例を示す。

【0025】図4のEL発光装置100において、基板101は、非透光性の熱伝導性が高い材料で形成される。そしてこの高熱伝導性金属基板の表面は、厚さが約1000Åの酸化膜のような電気的絶縁層101'で覆われている。図1乃至図3の従来のEL発光装置では、EL発光層からの光は、ガラス基板201、301若しくは401を通過して外部に放出され、従って、これらの基板は、透光性でなければならなかったのに対して、図4及び図5の本発明のEL発光装置では、光は基板101若しくは501を介して外部に放出されるのではなく、透光性の保護膜108若しくは508を介して外部に放出され、そしてジュール熱を効率的に外部に発散させるように金属薄膜102若しくは502の材料及び厚さを選択できるので、基板101及び501の材料は、従来の装置に比較して、自由に選択することが出来る。従って、本発明においては、基板101若しくは501は、放熱性に優れた厚い金属基板若しくは薄い可撓性の金属箔、セラミック基板、可撓性のポリイミドのような可撓性のポリマー・フィルム基板、そして従来使用されていたガラス基板等のうちの任意の基板を、このEL発光装置の用途に応じて自由に選択することが出来る。従って、EL発光装置の使用分野を著しく広げることが出来る。放熱性が金属に比較して低い基板を使用する場合には、金属薄膜102若しくは502の断面積を増大することにより放熱効果を高めることが出来る。このように本発明によると可撓性の基板をも使用することが出来るので、曲面状のEL発光装置を実現することが出来る。但し、一つの金属基板上に複数個のEL発光装置を独立して選択的に動作させるように形成する場合には、金属基板上に絶縁層を形成し、そしてこの絶縁層上に金属薄膜102若しくは502を形成することが必要である。これとは異なり、金属基板上に单一のEL発光装置を形成して、全面発光を行わせる場合には、絶縁層は不要である。金属材料として、熱伝導性の良い銅、アルミニウム等を使用できる。

【0026】基板101の絶縁層101'上には、外部

との接続配線として働く金属薄膜102が所定のパターンで形成される。この金属薄膜102は、EL発光層105からの光をアノード層107及び透光性保護膜108の方向に反射する反射膜として働く材料で形成される。この金属薄膜102は、外部との接続配線として十分な導電度を与え、そして、反射膜として働くに十分な厚さを有する。この金属薄膜102は、Au(金)、Ag(銀)、Cu(銅)、Al(アルミニウム)、Cr(クロム)等で形成され、そして厚さは、蒸着の場合には約1000Åであり、そしてメッキの場合には約5μmである。

10

【0027】この金属薄膜102の上に、電子注入層としての機能を有するカソード層103を、仕事関数の低い金属で形成する。カソード層の材料は、Ca(カルシウム)、Li(リチウム)、Mg(マグネシウム)であり、蒸着により厚さ約1000Åに形成されて金属薄膜102に対してオーミックに接続する。カソード層103の厚さは、100Å乃至5000Åである。100Åよりも薄くなると均一な膜厚が得られず、そして500Åより厚くなるとプロセス時間がかかりすぎてコスト的に無駄であることが判った。

20

【0028】カソード層103の下側の表面は、耐環境性の点で優れた金属薄膜102により保護され、そしてカソード層103の上側の表面は、以下に述べる各層104、105、106、107及び108により保護されているので、仕事関数の低い材料(カルシウム(ψ=2.9eV)、リチウム(ψ=2.93eV)、そしてマグネシウム(ψ=3.66eV))を、単体で使用することが出来る。これに比べて、従来は前述のように、機能安定性を改良するために、電子注入カソード層205、305、406を成膜する際、Ag等の化学的に安定した金属を低仕事関数の材料に加えて共蒸着させることが一般的である。この場合、複数の蒸着源が必要になる上、共蒸着量の制御が必要となり、成膜プロセスが複雑になるという欠点を生じる。

30

【0029】次いで、カソード層103の上に、電子輸送層として働く、電子輸送性に優れた有機薄膜104を形成する。次に、有機薄膜104の上に、ホール及び電子に対する輸送性の優れたEL発光層として働く有機薄膜105を形成する。電子輸送層104の材料として、100Å乃至1000Åの厚さのトリアゾール誘導体若しくは100Å乃至1000Åの厚さのオキサジアゾール誘導体を使用することが出来る。EL発光層105の材料として、100Å乃至1000Åの厚さのヨウロビウム錯体を使用することが出来る。

40

【0030】又、有機薄膜104として、トリス-(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウム(tris-(8-hydroxy-quinolino) aluminum)(Alqと呼ばれる)を使用することが出来る。トリス-(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウムは、電子輸送層及びEL発光層の両

50

方の機能を有するので、この材料を電子輸送層104として、使用する場合には、EL発光層105を使用する必要はない。

【0031】真空蒸着法でトリス-(8-ヒドロキシキノリーノ)アルミニウム(tris-(8-hydroxy-quinolino) aluminum)薄膜504を膜厚約500Åに成膜した。このA1q薄膜104の厚さは、100Å乃至1000Åである。厚さが100Åよりも薄いと、十分な機能が得られず、1000Åよりも厚くなると、印加電圧が数10ボルトとなり実用的でなくなることが判った。この実施例では、薄膜104の厚さは、約500Åである。

【0032】次に、ホール輸送性に優れたホール輸送層106を形成する。このホール輸送層106の材料は、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methyl-phenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'diamine)(TPDという)である。この材料は、蒸着法により付着される。このTPD薄膜106の厚さは、100Å乃至1000Åである。厚さが100Åよりも薄いと、十分な機能が得られず、1000Åよりも厚くなると、印加電圧が数10ボルトとなり実用的でなくなることが判った。この実施例では、TPD薄膜106の厚さは、約500Åである。

【0033】上述のように、トリス-(8-ヒドロキシキノリーノ)アルミニウムの層104を使用する場合には、これが電子輸送層及び発光層を兼ねるので、改めて発光層105を付着する必要がなく、従って、この層104の上にホール輸送層106が直接付着される。電子輸送層104としてのみ働く前記トリアゾール誘導体若しくはオキサジアゾール誘導体を使用する場合には、これの上に発光層105として働くヨウロピウム錯体を付着し、そしてこの発光層105の上に、TPDのホール輸送層106を付着する。

【0034】次に、有機薄膜106の上に、ホール注入効率に優れ、且つEL発光を透過するの十分な透光性の導電性ポリマー材料のアノード層107を形成する。このアノード層107の材料は、可溶性ポリアニリン(poly aniline)(PANIと呼ぶ)であり、PANI薄膜107成膜は、ディップ・コート法若しくはスピンドルコート法により行うことが出来る。薄膜107の膜厚は、0.5乃至5μmである。0.5μmよりも薄いと導電性が低くなつて均一な塗布が困難となり、そして5μmよりも厚いと透光性が低下することが判った。この実施例では、薄膜506の厚さは、約1μm(ミクロン)である。ポリアニリンは、従来使用されてきたITOよりもホール注入効率が高く、そして本発明は、この様に注入効率の高いポリアニリンをディップ・コート若しくはスピンドルコートで形成することを可能とする。

【0035】次に、電子注入層103、電子輸送層10

4、発光層105、ホール輸送層106及びホール注入層107の構造体を外部雰囲気から保護するために、密封性の透光性の保護膜108を、この構造体の外側表面に形成する。この保護膜108は、例えばポリエチレンテレフタレート・フィルムを重ねて、周囲を接着剤により封止することにより形成される。

【0036】このEL発光装置100を動作させるために、電子注入カソード層103には電源109のマイナス端子が接続され、そしてホール注入アノード層107

10には、電源109のプラス端子が接続される。電子注入カソード層103及びホール注入アノード層107に対する電気的接続は、これらの層に導体を直接接觸させて行うことが出来、又は異方性導電性ゴム若しくは導電接着剤を使用して行うことが出来る。

【0037】図4のEL発光装置100では、EL発光に変換されないエネルギーによって生じるジュール熱は、熱伝導性の高い金属薄膜102及び金属基板101を介して外部に放熱される。これにより、EL発光デバイスの発光効率を著しく改善する。更に、電子注入層1

20 03の面積の広い上下の表面のうち下側の表面は、金属薄膜102及び金属基板101を介して外部雰囲気から遮断されており、そして上側の表面は、電子輸送層104、発光層105、ホール輸送層106、ホール注入層107及び保護層108を介して外部雰囲気から遮断されており、そしてこの電子注入層103の非常に薄い両端部は、保護層により外部雰囲気から遮断されている。この様に電子注入層103の大きな面積を占める上面及び下面が完全に外部雰囲気から遮断されるために、電子注入層103は、長期に亘り安定した動作を行うことが出来、これによりEL発光装置の動作を安定化させる。

これに対して、従来は、電子注入層の大面積の上面が保護層を介して外部雰囲気に近接していたために、この電子注入層の劣化が生じ易く、長期に亘る安定したEL発光動作を行うことが出来なかつた。

【0038】そして図4のEL発光装置100装置では、発光光線は、透光性の透明保護膜108を介して外部に放出される。発光層105から電子輸送層104及び電子注入層103を介して下方に進む光は、反射性の金属薄膜102により反射されて、各層を通過した後に保護膜108を介して放出される。これにより、発光効率が改善される。

【0039】図4の装置100は、単一の発光素子であるとして説明したが、接続用の金属薄膜102を図4の紙面に平行な方向に配列された複数本の行方向導体として形成し、そしてこの行方向導体のそれぞれに整列させて電子注入カソード層103を形成し、そしてホール注入層107を図4の紙面に垂直な複数本の列方向の導体として形成し、そして、行方向導体を行ドライバにより選択的に駆動し、そして列方向導体を列ドライバにより駆動して各交点で選択的に発光させるすることにより、

図4の装置100は、マトリクス状のEL表示装置として働くことが出来る。

【0040】又、前述のように、外部接続用の金属薄膜102の厚さを、十分な放熱を行えるような厚さにするならば、基板101として、ガラス、プラスチック・シート、セラミック等の他の低熱伝導性の絶縁材料を使用することが出来る。

【0041】図5は、ジュール熱を効率的に放散してEL発光の劣化を解消し、しかも外部雰囲気の影響を受け易い電子注入カソード層を、外部雰囲気から一番遠い場所に配置して電子注入層の機能を長期に亘って安定化させる本発明のエレクトロルミネッセンス(EL)発光装置の他の実施例即ちEL発光装置500を示す。

【0042】無アルカリ・ガラス基板501の上に、外部との接続配線としてAg薄膜502を形成する。金属の種類としては、Agのほかに、Au(金)、Cu(銅)、アルミニウムなどの高い導電率を有する材料が使用可能である。このAg薄膜502の成膜は、メッキなどの湿式成膜法、若しくは蒸着などの乾式成膜法のいずれをも使用でき、膜厚は、外部接続配線として十分な導電度を達成し、かつ、光反射皮膜として十分な金属光沢を示し、更にジュール熱の放散を行なうに十分な熱伝導性を達成する厚さである。この金属薄膜の厚さは、約5μmである。

【0043】Ag薄膜502の上に、真空蒸着法によりCa(カルシウム)を積層して、電子注入層であるカソード層503を形成する。カソード層の材料として、カルシウムのほかに、Li(リチウム)若しくはMg(マグネシウム)を使用することが出来る。これらは、Ag薄膜に対してオーミックに接続する。カソード層503の厚さは、100Å乃至5000Åである。100Åよりも薄くなると均一な膜厚が得られず、そして5000Åより厚くなるとプロセス時間がかかりすぎてコスト的に無駄であることが判った。図5の実施例の場合には、カソード層503の厚さは約2000Åである。

【0044】カソード層103は、シャドウマスクなどを使用して、一般的に使用されている”日”の字の形の7セグメントのパターンに形成することが出来、又は、前述の縦横方向の格子パターンに形成されることが出来る。

【0045】カソード層503の上に、真空蒸着法でトリスー(8-ヒドロキシキノリノ)アルミニウム(tris-(8-hydroxy-quinolino) aluminum)薄膜504を膜厚約500Åに成膜する。このAlq薄膜504の厚さは、100Å乃至1000Åである。厚さが100Åよりも薄いと、十分な機能が得られず、1000Åよりも厚くなると、印加電圧が数10ボルトとなり実用的でなくなることが判った。この実施例では、薄膜504の厚さは、約500Åである。このAlq薄膜504は、電子輸送層とEL発光層を兼ねた機能を有する。

【0046】Alq薄膜504の上に、ホール輸送層として、N,N'-ジフェニル-N,N'-ビス(3-メチルフェニル)-1,1'-ビフェニル-4,4'-ジアミン(N,N'-diphenyl-N,N'-bis(3-methyl-phenyl)-1,1'-biphenyl-4,4'-diamine)薄膜505を、真空蒸着法により膜厚約500Åに成膜する。このTPD薄膜505の厚さは、100Å乃至1000Åである。厚さが100Åよりも薄いと、十分な機能が得られず、1000Åよりも厚くなると、印加電圧が数10ボルトとなり実用的でなくなることが判った。この実施例では、TPD薄膜505の厚さは、約500Åである。

【0047】TPD薄膜505の上に、可溶性ポリ・アニリン(poly aniline)(PANIと呼ぶ)を積層し、ホール注入層であるアノード層506を成膜する。PANI薄膜506の成膜は、ディップ・コート法若しくはスピンドルコート法により行なうことが出来る。薄膜506の膜厚は、0.5乃至5μmである。0.5μmよりも薄いと導電性が低くなつて均一な塗布が困難となり、そして5μmよりも厚いとコスト高となることが判った。この実施例では、薄膜506の厚さは、約1μmである。

【0048】次に、電子注入層503、電子輸送層兼発光層504、ホール輸送層505及びホール注入層506の構造を外部雰囲気から密封するために、透光性の保護膜508を、この構造体の外側表面に形成する。保護膜508は、透光性のポリエチレンテレフタレート・フィルムであり、周囲を接着剤により封止することにより形成される。そして光はこの保護膜508を通過して外部に放出される。

【0049】直流電源507のマイナス端子が外部接続配線であるAg薄膜502を介してカソード層503に接続され、そしてプラスの端子がアノード層506に接続され、これにより、カソード層503及びアノード層506の間に数Vから10数Vの直流電圧を印加すると、EL発光が発生される。

【0050】図5のEL発光装置500では、EL発光に変換されないエネルギーが生じるジュール熱は、主に放熱板兼外部引き出し配線として働く熱伝導性のAg金属薄膜502を介して外部に放熱される。これにより、EL発光デバイスの発光効率を著しく改善する。更に、電子注入層503の面積の広い上下の表面のうち下側の表面は、Ag薄膜502及びガラス基板501を介して外部雰囲気から遮断されており、そして上側の表面は、電子輸送層兼発光層504、ホール輸送層505、ホール注入層506及び保護層508を介して外部雰囲気から遮断されており、そしてこの電子注入層503の非常に薄い両端部だけが保護層508により外部雰囲気から遮断されている。この様に電子注入層503の大きな面積を占める上面及び下面が完全に外部雰囲気から遮断されるために、電子注入層503は、長期に亘り安定した動作を行なうことが出来、これによりEL発光装置の動作

11

を安定化させる。

【0051】又、図5の装置500は、単一の発光素子であるとして説明したが、接続用の金属薄膜502を図5の紙面に平行な方向に配列された複数本の行方向導体として形成し、そしてホール注入層506を図5の紙面に垂直な複数本の列方向の導体として形成し、そして、行方向導体を行ドライバにより選択的に駆動し、そして列方向導体を列ドライバにより駆動することにより、図5の装置500は、マトリクス状のEL表示装置として働くことが出来る。

【0052】図5の装置500は、マトリクス状のEL表示装置を想定して、基板501を従来使用されてきたガラスで形成したが、この基板の材料として、ガラス以外の材料を使用出来る。例えば、ポリイミドのようなフレキシブル(可撓性)材料を基板として使用して、このポリイミドの表面に、熱伝導性が高く、導電率が高く且つ光を反射するAu, Cu若しくはアルミニウムを膜状に付着し、そしてこの上に図5の各層を形成することが出来る。これにより、長期の使用の間動作が安定した曲面状のEL発光表示装置を実現することができる。

【0053】

【発明の効果】本発明は次のような効果を生じる。

【0054】(1) 基板の材料と形状が自在に選択できる。例えば、曲面を有する金属板若しくは、可撓性のポリイミドのような絶縁材料も基板として使用可能である。

【0055】(2) 基板に熱伝導性に優れた材料を使用すれば、ELデバイス駆動時に発生するジュール熱が効率良く放熱されてEL発光の劣化が改善される。

【0056】(3) カソード層の大きな表面積の両面が、上記各層及び、外部引き出し配線層若しくは基板により外部雰囲気から完全に遮断されているために、耐環境特性が優れており、そしてこれにより、最外部に電子注入層が配置されていたために、発光動作が不安定となつた従来のEL発光デバイスの問題点を解決することが出来る。

【0057】(4) 仕事関数の極めて低い材料をカソード層の材料として自由に選択できる。この結果、EL発光効率の向上を実現する。

【0058】(5) 電子注入層であるカソード層の形成には、従来は、このカソードが装置の最外部に配置されていたために、外部雰囲気の影響を受けにくくするため

12

にAgなどの耐食性の高い金属を共蒸着する必要があつたが、本発明ではこのような必要性を排除できる。これにより、製造プロセスを簡略化できる。

【0059】(6) 電子注入層とは別に、外部接続用の金属配線層が設けられているために、この金属配線層の成膜方法を自由に選択することが出来る。例えば、メッキ法若しくは金属箔圧着法などの膜を均一に付着できる方法を使用でき、大きな発光面を有するEL発光装置で要求される面内発光強度分布の均一化が容易に実現できる。

【0060】(7) EL発光装置の各層を可撓性の材料で形成することが出来る。例えば、基板としてポリマー・フィルムを使用し、外部接続配線用の金属薄膜として圧延銅を使用し、カソード層としてカルシウムを使用し、キャリア輸送層若しくは発光層として有機薄膜を使用し、アノード層として導電性ポリマーを使用すると、可撓性に優れたEL発光装置を実現できる。

【0061】(8) アノード層を構成する導電性ポリマーを付着する工程として、スピン・コート若しくはディップ・コート法を使用できるので、従来型の装置で使用されているITOの形成工程に比べて、工程が簡単になる。

【図面の簡単な説明】

【図1】従来のSH-A型のEL発光装置を示す図である。

【図2】従来のSH-B型のEL発光装置を示す図である。

【図3】従来のDH型のEL発光装置を示す図である。

【図4】本発明に従うEL発光装置の一つの実施例を示す図である。

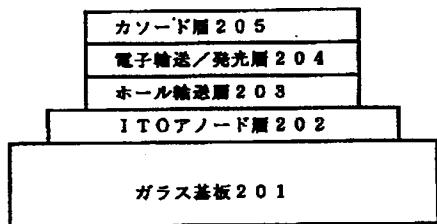
【図5】本発明に従うEL発光装置の他の実施例を示す図である。

【符号の説明】

- 101, 501 … 基板
- 101' … 絶縁層
- 102, 502 … 金属薄膜
- 103, 503 … カソード層
- 104, 504 … 電子輸送層
- 105, … 発光層
- 106, 505 … ホール輸送層
- 107, 506 … アノード層
- 108, 508 … 保護層

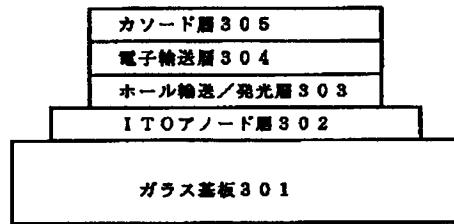
【図1】

S H - A 型 E L 発光装置



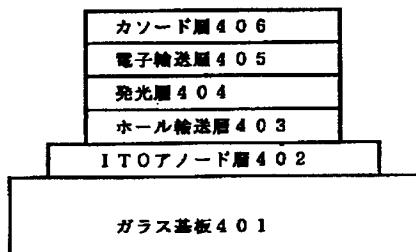
【図2】

S H - B 型 E L 発光装置



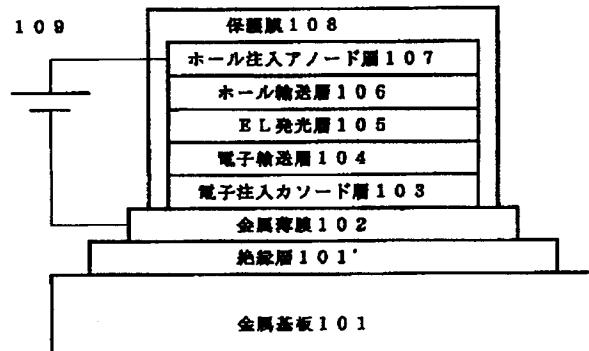
【図3】

D H 型 E L 発光装置



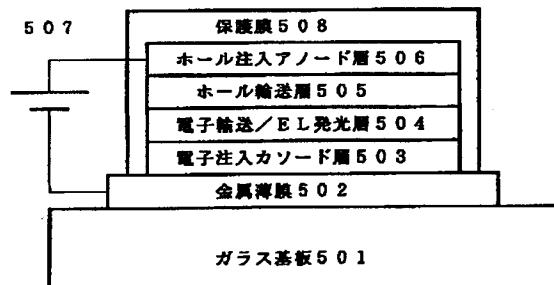
【図4】

E L 発光装置 100



【図5】

E L 発光装置 500



フロントページの続き

(72)発明者 水上 時雄  
神奈川県藤沢市桐原町3番地 株式会社ア  
イムス内

(72)発明者 桑原 昭夫  
神奈川県藤沢市桐原町3番地 株式会社ア  
イムス内